

Helsinki 24.2.2004

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 10 MAR 2004

WIPO

PCT



Hakija  
Applicant

Metso Paper, Inc.  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20030031

Tekemispäivä  
Filing date

09.01.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

D21F

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja sovitelmä liikkuvan paperi- tai kartonkirainan  
kostuttamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001  
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.  
1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and  
Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328

# **Menetelmä ja sovitelma liikkuvan paperi- tai kartonkirainan kostuttamiseksi**

Tämän keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen menetelmä paperi- ja kartonkirainojen kostuttamiseksi valmistuksen eri vaiheissa.

Keksinnön kohteena on myös menetelmän soveltamiseen tarkoitettu sovitelma...

Paperia tai kartonkia valmistettaessa rainan kuitumateriaali muokkautuu eri tavoin valmistuslaitteiden vaikutuksesta. Tärkeimpiä voimavaikutuksia ovat rainaan kohdistuva veto, veden poistamiseksi käytettävä puristus ja kuumuus sekä kalanteroinnin puristus, lämpö ja kostutus. Erilaisista päällystys- ja liimaustekniikoista aiheutuu myös omat vaikutuksensa erityisesti kaavinterää tai -sauvaa käytettäessä. Yksittäisten kuitujen ja niistä muodostetun rainan muokkautuminen valmistuksen aikana määrää lopputuotteen ominaisuudet ja laadun. Kuitujen muokkautumiseen vaikuttaa erittäin paljon niiden sisältämä kosteus. Toinen muokkautumisen vaikuttava tekijä on kuitujen lämpötila. Yhdessä nämä tekijät määräävät sen pisteen, missä kuiduissa tapahtuvat muodonmuutokset jäävät pysyviksi. Lämpötilaa ja kosteutta muuttelemalla voidaan siten vaikuttaa voimakkaasti lopputuotteen ominaisuuksiin. Toisaalta vaihtelut rainan vesipitoisuudessa tai lämpötilassa johtavat muutoksiin sen ominaisuuksissa, esimerkiksi poikittainen kosteusprofiilin vaihtelu voi aiheuttaa rainan paksuusvaihteluita. Tätä ominaisuutta voidaan käyttää hyväksikin, kosteusprofiilia tai lämpötilaprofiilia muuttelemalla voidaan muun muassa tasoittaa paksuusprofiilin vaihteluita.

Nykyisin paperirainan kostuttamiseen käytetään yleisesti höyrylaatikoita ja vesisumuttimia. Höyrylaatikossa puhalletaan höyryä rainan pintaan tavallisesti rainaa kohti avautuvassa muutoin suljetussa kammiossa. Kuivan paperin pintaan lauhtuva höyry kostuttaa ja lämmittää paperia. Höyrytyksen teho heikkenee kuitenkin nopeasti rainan pintalämpötilan noustessa 60 - 80°C yläpuolelle, koska lauhtumisprosessi heikkenee. Esimerkiksi moninippikalanteroinnissa rainan lämpötila kohoaa voimakkaasti lämmitettävien telojen ja käytettävien suurten muokkausvoimien takia.

Vesisumutuksella rainaan voidaan tarvittaessa siirtää suuria määriä vettä, mutta tyypillisesti käytetään kuitenkin 1 - 4 g/m<sup>2</sup> vesimääriä. Vesi on vietävä rainan pintaan hyvin pieninä pisaroina, koska suuret pisarat pilaavat rainan pinnan aiheuttaen muun muassa läikikkyyttä. Nykyisin vesi suihkutetaan ilmahajoitteisilla suuttimilla, joilla saadaan aikaan tarvittava pieni pisarakoko. Suihkutettava vesi on viileää ja lämmitetyn veden käyttö on käytännössä mahdotonta, koska hienojakoinen vesisumu jäähtyisi välittömästi suuttimesta lähdettyään ja hajottuaan sumuksi. Periaatteessa olisi edullista kuumentaa sumutettava vesi, varsinkin jos sitä käytetään suuria määriä. Kuuman veden käyttöä rajoittaa kuitenkin veden nopea jäähtyminen ja haihtuminen ympäröivään kuivempaan ilmaan. Niinpä kuuman kostutusveden käyttö ei ole nykyisillä applikointisuuttimilla mahdollista.

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan menetelmä, jonka avulla paperi- tai kartonkirainan pintaan voidaan sumuttaa ympäristön lämpötilaa korkeammassa lämpötilassa

olevaa vettä.

Keksintö perustuu siihen, että vesi suihkutetaan liikkuvalle rainalle rainaa kohti avautuvassa suljetussa kammiossa, jossa on riittävän kylläistä vesihöyryä.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön mukaiselle sovitelmalle on puolestaan tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 6 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla voidaan rainaa kostuttaa ja lämmittää samanaikaisesti ja aikaisempaa tehokkaammin. Kuumennettu vesi lämmittää rainaa jo sinänsä ja lisäksi hajotuskaasuna voidaan käyttää kylläistä höyryä, jolloin höyry kuumentaa rainaa päällepuhalluksen tavoin. Kuumen veden viskositeetti ja pintajännitys ovat pienemmät ja kuuma vesi imeytyy paremmin rainaan. Erityisen edullista on keksinnön avulla rivissä olevien suuttimien avulla aikaansaatu profilointimahdollisuus, jonka avulla voidaan säätää sekä rainan lämpötilaa että kosteutta samanaikaisesti. Veden määrän lisäksi saadaan uusi säätömahdollisuus kun voidaan muuttaa myös veden lämpötilaa. Paperi- tai kartonkikoneen kuivatusosalla on vaikea säätää tehokkaasti rainan kosteus- ja lämpöprofiilia ja koska raina on varsin kuuma tällä osalla, höyrylaatikoiden kostutuskyky on heikosta lauhtumisesta johtuen huono. Toisaalta kylmää vettä lisättäessä vaikutetaan

lämpöprofiiliin ja lisätään rainaa jäähdyttämällä haihdutusenergian tarvetta. Kun kostutuksen käytetään kuumaa vettä, rainaan tuodaan samalla lisää energiaa ja veden lisäyskyky on hyvä. Siten keksintö soveltuu hyvin paperin tai kartongin ominaisuuksien ja valmistusprosessin säätöön kuivatusosalla tai kalanterilla. Keksintöä voidaan käyttää tehokkaasti paperin tai kartongin jännitysten relaxointiin kostuttamalla ylikuivattu paperi tai kalanteri.

Keksintöä voidaan soveltaa minkä tahansa höyrylaatikko-tyyppin yhteydessä. Oleellista on vain se, että ruiskutettava vesisumu ei pääse haihtumaan ympäristöön tai jäähtymään ennen rainalle osumista. Niinpä suihkutuksen on tapahduttava tilassa, jossa voidaan saada aikaan riittävä höyryatmosfääri, eli käytännössä suljetussa kammiassa jonka yhden seinänä muodostaa käsiteltävä raina. Höyrylaatikoita on kuvattu esimerkiksi julkaisuissa FI 91301 ja US 6 207 0202.

Keksintöä selitetään seuraavassa tarkemmin oheisten piirustusten avulla.

Kuvio 1 kaaviokuva yhdestä keksinnön mukaisen höyrylaatikon suoritusmuodosta.

Kuvio 2 on osittain leikattu osakuva kuvion 1 höyrylaatikosta.

Kuvio 3 on poikkileikkauskuva kuviosta 2.

Kuvio 4 esittää yhtä keksinnön mukaisessa höyrylaatikossa käytettäväksi soveltuva suutinta.

Seuraavassa kuvataan yksi edullinen höyrylaatikon suoritusmuoto, joka soveltuu käytettäväksi keksinnön yhteydessä. Tarkemmin tämä höyrylaatikko on kuvattu rinnakkaisissa patenteissa FI 91301 ja US 5 355 595.

Höyrylaatikko voidaan sijoittaa paperirainan 1 alapuolelle tai kuvion 1 mukaisesti rainan yläpuolelle. Laatikkoa ympäröi kuorirakenne 2, jonka sisälle höyrylaatikon osat on sijoitettu. Höyry syötetään laatikkoon syöttöputken 3 kautta, ja rainalle 1 tulevan höyryn määrää säädetään venttiileillä 5 - 7. Höyry puhalletaan rainalle 1 jakosäleikön 4 läpi. Venttiilit 5 - 7 on jaettu kolmen venttiilin ryhmiksi. Jokaiseen ryhmään kuuluu kolme erikokoista venttiiliä ja jokaiseen höyrylaatikon pituussuuntaiseen säätösektoriin on sijoitettu yksi venttiiliryhmä. Erisuuruisten venttiilien avulla saadaan höyrymäärän säätöalue laajaksi. Rainalle 1 puhallettavan höyryn liike-energian on oltava niin suuri, että sillä saadaan kaavatuksi rainan 1 mukanaan kuljettama ilma pois rainalta 1, jotta höyry pääsee lämmittämään rainaa. Pienillä tilavuusvirroilla (2 - 20 kg/m/h) höyryn nopeus jää suuressa venttiilissä niin pieneksi, että höyry ei puhallu rainalle 1. Pienempää venttiiliä käyttämällä höyryn liike-energia saadaan pienilläkin tilavuusvirroilla riittävän suureksi.

Kuviossa 2 on esitetty yksi kuvion 1 höyrylaatikon säätösektori halki leikattuna. Venttiilit 5 - 7 on kiinnitetty välipalkkiin 8, jonka läpi niiden puhalluskanavat 10 kulkevat. Puhalluskanavat 10 avautuvat välipalkin 8, väliseinien 11 ja rei'itetyn jakosäleikön rajaamaan puhallustilaan 16. Kanavien 10 avautumiskohtaa vastapäätä on välimatkan päähän sovitettu tasauslevy 13,

johon venttiilien puhalluskanavista 10 tuleva höyrystuuhku osuu. Tasaussyvy 13 jakaa höyryvirran säätösektorin alueelle ja estää höyryssä mahdollisesti vielä olevia suuria vesipisaroita puhaltumasta rainalle 1.

Höyryn lämpötilaa puhallustilassa 16 valvotaan anturilla 14. Väliuaukissa 8 on lisäksi on lisäksi kanavat 9 ja 15.

Kuviosta 3 nähdään höyrylaatikon höyryvirtauskanavien järjestely. Puhallustilan 16 molemmilla puolilla ovat höyrykammiot 25 ja 26. Nämä kammiot 25, 26 on yhdistetty yhdyskanavalla 15. Toiseen höyrykammioon 25 on yhdistetty höyryn syöttöputki 3. Vastakkaisesta höyrykammioista 26 lähtee venttiilille 5 johtava höyryn tuloputki 9, ja venttiilin 5 yläosasta lähtee paluuputki 27, jonka kautta venttiileiden lämmityksessä käytettävä höyry johdetaan takaisin lauhdelinjaan. Venttiililtä 5 lähtevä höyrypuhalluskanava 10 päättyy puhallustilaan 16. Kun paineenalaista höyryä syötetään syöttöputken 3 kautta ensimmäiseen kammioon 25, kammiu kuumenee. Höyry virtaa edelleen yhdyskanavan kautta toiseen kammioon 26 ja lämmittää sitä. Höyrytilan 16 molemmilla puolilla ja rainaa 1 vasten on siten jatkuvasti lämpimät pinnat, joille ei pääse tiivistymään vettä, ja puhallustilan 16 lämpötila on jatkuvasti likimain sama kuin höyrykammioiden 25, 26 lämpötila.

Kun yllä kuvattu höyrylaatikko muunnetaan veden syöttöön sopivaksi, siihen on sijoitettava vesisuuttimet tai höyrysuuttimet on 5, 6, 7 on korvattava kokonaan tai osittain vesisuuttimilla, joissa sumun muodostus tapahtuu käyttäen höyryä hajotuskaasuna. Tällöin tarvittava höyryatmosfääri syntyy osittain hajotuskaasun avulla.

Tasauslevyn 13 ja jakosäleikön 4 rakenteeseen on tehtävä muutoksia veden syöttöä varten. Koska rainan kostuttaminen ja lämmittäminen tapahtuu nyt pääasiassa kuuman veden avulla, on ajateltavissa, että tasauslevy 13 ja jakosäleikkö 4 poistetaan kokonaan. Toinen mahdollisuus on tehdä tasauslevyyn 13 ja jakosäleikköön sopivat aukot vesisuihkuja varten. Jos höyrylaatikossa käytetään erillisiä, esimerkiksi korkeapainehajoitteisia vesisuuttimia, ne voidaan sijoittaa vapaasti puhallustilaan 16. Suuttimien välimatkan ja peittoalueen on kuitenkin oltava sellainen, että koko rainalle saadaan tasainen peitto.

Suuttimien kautta syötettävä vesi kuumennetaan edullisesti noin 70 - 95°C lämpötilaan. Korkeampaan lämpötilaan lämmittäminen vaatii vesilinjan paineistamisen ja johtaa helposti veden höyrystymiseen paineen ja lämpötilan laskiessa suuttimessa, joten korkeaan lämpötilaan lämmittäminen ei tavallisesti ole edullista. Matalampia lämpötiloja voidaan käyttää edullisesti rainan lämpötilan säätöön. Syötettävän veden lämpötilan olisikin oltava säädettävissä, mikäli mahdollista. Yksi tapa veden lämpötilan säätöön on lämmitettävien suuttimien käyttö. Tällöin vesi lämmitetään esimerkiksi sähkövastuksella ja jokaiselle suuttimelle syötetään samassa lämpötilassa olevaa vettä. Jos veden lämpötilan säätö tapahtuu ennen suuttimia, syötettävälle vedelle tarvitaan monimutkainen lämmönvaihdin- ja vedensyöttöjärjestelmä.

Kuuma vesi lämmittää tehokkaasti rainaa, esimerkiksi kun 30°C lämpöiseen neliöpainoltaan 50 g/m<sup>2</sup> rainaan applikoidaan 5 g/m<sup>2</sup> vettä, joka on kuumennettu 90°C lämpötilaan, rainan keskilämpötila nousee 10 - 15°C. Hetkellinen pintalämpö-



tilan nousu on tätä suurempi. Suuttimien hajotuskaasuna käytettävä höyry ja puhallustilassa oleva höyry kuumentavat myös osaltaan rainaa tavallisen höyrylaatikon tavoin. Jotta veden lämmittämisestä olisi hyötyä, sen lämpötilan on oltava korkeampi kuin rainan lämpötila. Toisaalta lämpötilaprofiilia säädettyä saattaa olla edullista käyttää rainan lämpötilan alentamiseen rainaa kylmempää vettä. Tässä yhteydessä lämmitetyllä vedellä tarkoitetaan vettä, jonka lämpötilaa on aktiivisesti nostettu tehtaalla käytettävän prosessiveden lämpötilasta ennen sen syöttämistä rainalle.

Kuviossa 4 on yksi esimerkki suuttimesta, jollaista keksinnön soveltamiseen voidaan käyttää. Suuttimessa on keskeinen suutinrunko 28 veden syöttämistä varten ja sitä ympäröi vaippa, joka muodostaa kanavan 29 hajotuskaasua varten. Tässä tapauksessa hajotuskaasuna käytetään kylläistä höyryä siksi että syötettävä vesi ei pääsisi haihtumaan tai höyrystymään suuttimesta lähtiessään. Veden ja kylläisen höyryn lisäksi voidaan käyttää muitakin aineita. Tällöin kyseeseen tulee lähinnä veden seostaminen pisanamuodostukseen, imeytymiseen tai rainan ominaisuuksiin vaikuttavilla aineilla. Tällaisia aineita ovat muun muassa pintajännitystä tai viskositeettia alentavat aineet, sähköisyyden poistoon käytettävät aineet ja jopa väriaineet.

Keksintöä voidaan soveltaa monin tavoin paperin tai kartongin valmistuksessa. Ehkä tärkein käyttökohde on rainan kostuttaminen kalanteroidessa, koska erityisesti kalanteroidessa rainan kosteus vaikuttaa voimakkaasti lopputulokseen. Keksinnön avulla voidaan säätää tehokkaasti kosteusprofiilia ja koska nykyisin on saatavilla tehokkaita

mittalaitteita rainan kosteuden mittaamiseen, keksinnön tehokkaan mittauksen avulla voidaan oleellisesti parantaa tuotteen laatua. Raina kostuttaminen paperikoneen puristinosalla ja kuivatusosalla on ollut vaikeaa, mutta koska kuuma vesi tunkeutuu helpommin rainaan, tehokas kostutus on mahdollista myös näillä alueilla. Kuuma vesi ei jäähdytä rainaa, joten sen lämpötila säilyy kostutuksesta huolimatta. Kuivatusosan tehoa on erittäin vaikea säätää koneen poikittaissuunnassa eli kuivatusosan profilointikyky on heikko. Keksinnön avulla voidaan profilointitehokkuutta oleellisesti parantaa. Joillakin paperilaaduilla raina kuivataan valmistuksen loppuvaiheessa ylikuivaksi, eli niin kuivaksi, että se imee ympäröivästä ilmasta kosteutta. Kuivaan rainaan syntyy jännityksiä aikaisempien valmistusvaiheiden ja loppukuivauksen takia. Keksinnön avulla raina on helppo kostuttaa ennen kiinnirullausta, jolloin jännitykset relaxoituvat.

Edellä esitettyjen lisäksi tällä keksinnöllä on muitakin suoritusmuotoja.

Veden suihkuttamiseen voidaan käyttää mitä tahansa suuttimia, joilla saadaan aikaan halutun mallinen peittokuvio ja riittävän pieni pisarakoko. Erilaisia suutinmalleja on kuvattu alan kirjallisuudessa ja valmistajien tuoteluetteloissa. Suuttimien sijoittelu höyrykammioon riippuu kammion rakenteesta. Yksinkertaisinta on kuitenkin höyrysuuttimien korvaaminen kaksiaiine-suuttimilla, jolloin ne voidaan asentaa aikaisempien höyrysuutinten tilalle. Periaatteessa höyrylaatikoksi riittää rainaa kohti avautuva kaukalo, mutta tällaisessa ratkaisussa on ongelmana höyryn tiivistyminen kylmiin seiniin, jolloin rainalle voi joutua sen pinnan pilaavia

suuria vesipisaroita. Esimerkiksi yllä kuvatussa höyrylaatikossa tätä ongelmaa ei ole. Höyrylaatikossa olevan puhallustilan on edullista olla kylläisen höyryn tilassa, jolloin veden höyrystymisvaara on pienin. Kuitenkin höyryatmosfääri voi sisältää hieman vähemmänkin kosteutta ja olla alhaisemmassa lämpötilassa. Veden sijasta rainalle voidaan suihkuttaa muutakin nestettä tai nesteseosta, jolloin on tietenkin käytettävä suihkutettavalle aineelle sopivaa atmosfääriä nesteen haihtumisen estämiseksi. Nesteiden lämpötila voi olla nesteestä ja halutusta lämpövaikutuksesta riippuen 30 - 99°C.

## Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä paperi- tai kartonkirainan kostuttamiseksi, jossa menetelmässä muodostetaan rainaa (1) kohti aukeavaan koteloon höyryatmosfääri syöttämällä sinne höyryä, **tunnettu** siitä, että rainalle sumutetaan höyryatmosfäärissä ainakin yhdellä suuttimella kuumennettua nestettä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sumutettavan nesteen lämpötila on erityisen edullisesti 70 - 95°C.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sumutettavan nesteen lämpötila on 30 - 99°C.

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että höyryatmosfäärin muodostamiseen tarvittava höyry ja neste syötetään samasta suuttimesta.

5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että höyryatmosfäärin muodostamiseen tarvittava höyry ja neste syötetään eri suuttimista.

6. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että muodostetaan rainaa kohti avautuvaan koteloon kylläisen höyryn atmosfääri.

7. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että höyry on vesihöyryä ja neste vettä.

8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että suihkutettavan nesteen lämpötilaa säädetään koneen poikittaissuunnassa (CD-

suunnassa).

9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että suihkutettavan nesteen määrää säädetään koneen poikittaissuunnassa (CD-suunnassa).

10. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 8 - 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että suihkutettavan nesteen lämpötilaa tai määrää säädetään koneen poikittaissuunnassa (CD-suunnassa) säätöjärjestelmän ja rainan mittauksen avulla.

11. Sovitelma paperi- tai kartonkirainan kostuttamiseksi, joka sovitelma käsittää kotelon, joka on sovitettu avautumaan liikkuvaa rainaa (1) kohti, ja ainakin yhden suuttimen (5, 6, 7) ainakin höyryn syöttämiseksi koteloon höyryatmosfäärin muodostamiseksi tunnettu ainakin yhdestä koteloon sovitetusta suuttimesta (5, 6, 7) nesteen sumuttamiseksi rainalle (1) höyryatmosfäärissä.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen sovitelma, tunnettu siitä, että ainakin yksi suuttimista on kaksikanavainen suutin (fig. 4), jolla voidaan syöttää sekä höyryä että nestettä.

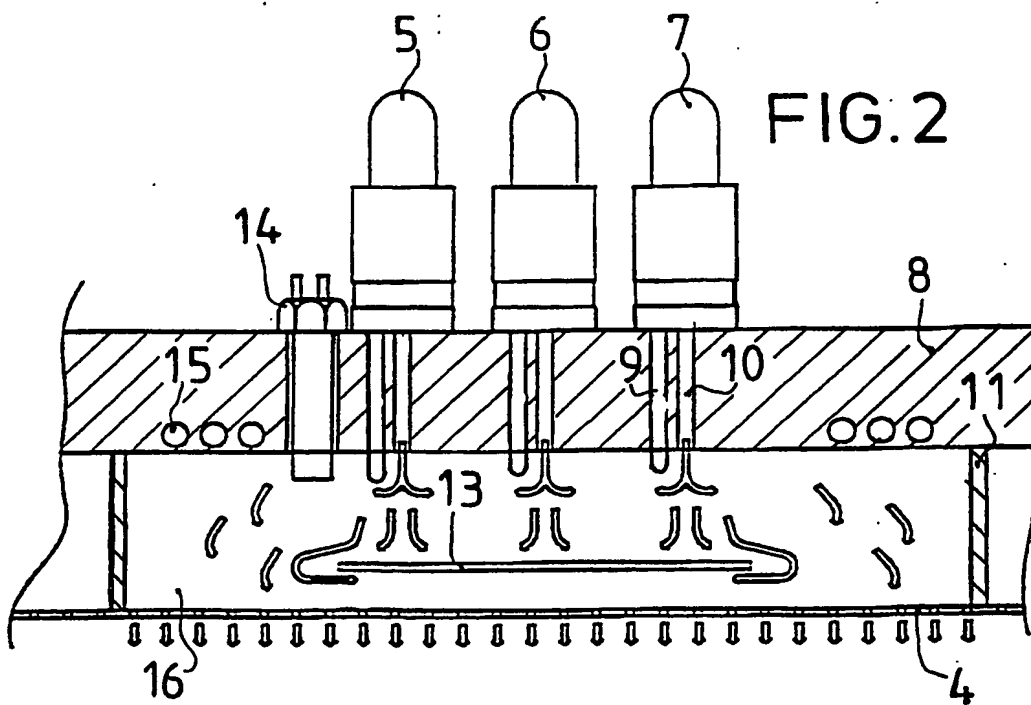
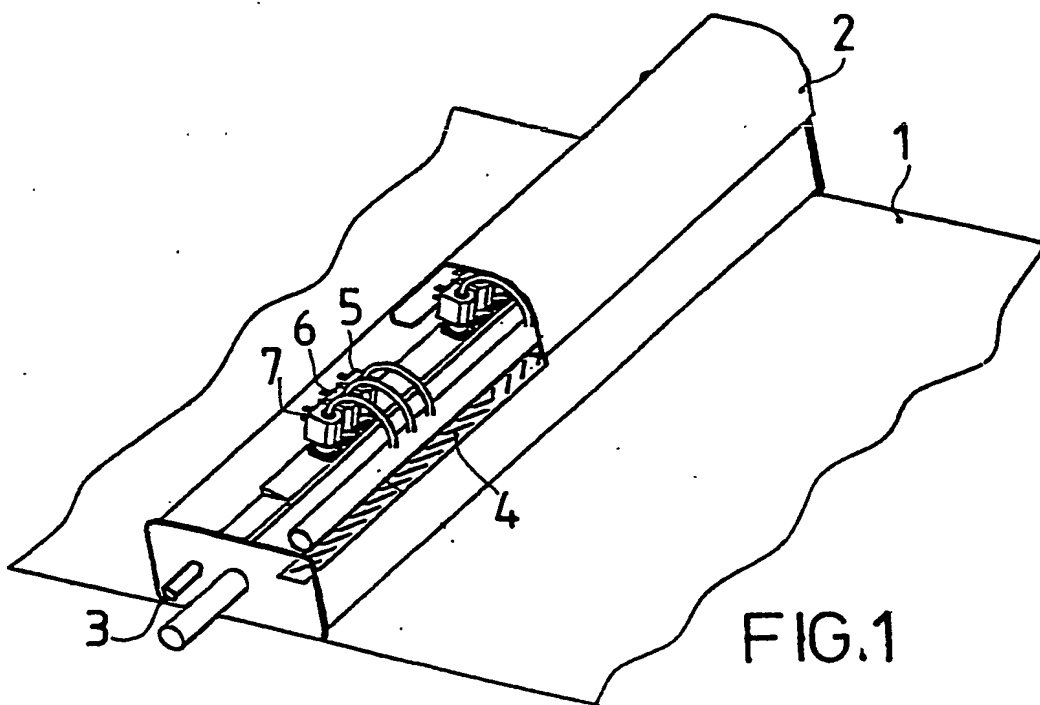
13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen sovitelma, tunnettu erillisistä suuttimista höyryä ja nestettä varten.

14. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 13 mukainen sovitelma, tunnettu suuttimiin sovitetuista elimistä syötettävän nesteen lämmittämiseksi ja sen lämpötilan säätämiseksi.

15. Jonkin patenttivaatimuksen 11 - 14 mukainen sovitelma, tunnettu siitä, että se on sijoitettu paperin tai kartongin valmistuslinjalle kuivatusosalle, kalanterille tai niiden välille.

## (57) Tiivistelmä

Menetelmä ja sovitelma paperi- tai kartonkirainan kostuttamiseksi käsittää kotelon, joka avautuu liikkuvaa rainaa (1) kohti. Kotelossa on suuttimia (5, 6, 7) ainakin höyryn syöttämiseksi koteloon höyryatmosfäärin muodostamiseksi kotelon sisälle. Lisäksi kotelossa on suuttimia (5, 6, 7) kuumennetun nesteen sumuttamiseksi rainalle (1) muodostetussa höyry-atmosfäärissä.





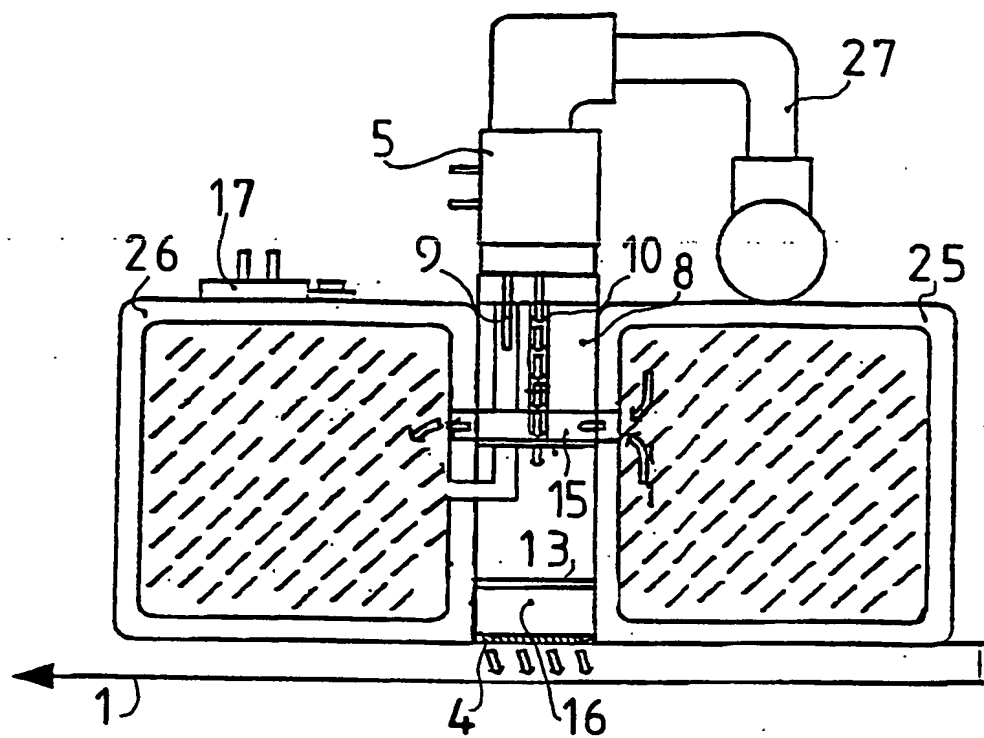


FIG. 3

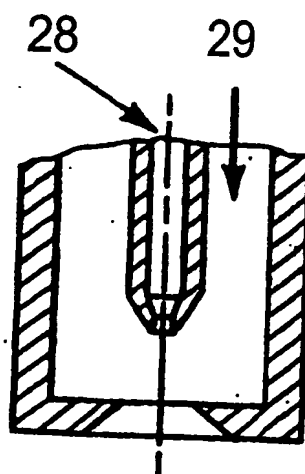


FIG. 4